

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-153748

(43)Date of publication of application : 09.06.1998

(51)Int.Cl.

G02B 27/02

(21)Application number : 08-330312

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 25.11.1996

(72)Inventor : INOGUCHI KAZUTAKA

(54) OBSERVATION OPTICAL SYSTEM

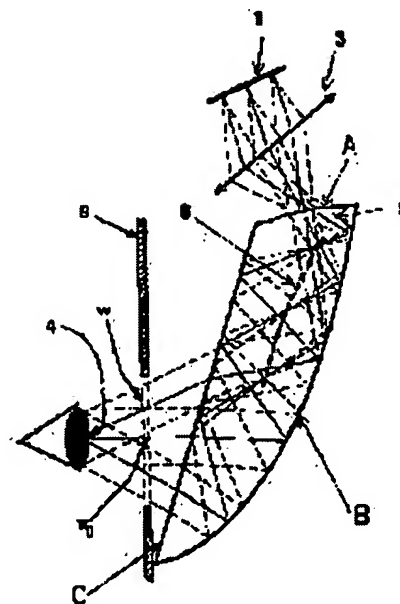
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a compact observation optical system, which is extremely thin in the front-and-back direction and whose visual field angle is wide though it is a real image type, by providing it with three optically acting surfaces of a surface acting as the refraction surface, a surface acting as the surface reflecting luminous flux twice, and a surface acting as the total reflection surface and the refraction surface.

SOLUTION: The luminous flux from a picture displayed on a display means 1 is advanced to the first surface A of an optical element 2 after it is condensed by a condensing lens 3 by receiving a refracting action.

Besides, it is refracted on the surface A and it enters the element 2. Then, it is advanced to the second surface B.

Besides, the luminous flux is advanced to the third surface C by being reflected by the second surface B and advanced to the second surface B again by being totally reflected by the third surface C. Besides, it is advanced to the third surface C again by being reflected by the second surface B again. Then, it is refracted and transmitted through the third surface C, passes through a viewing window (w) and is advanced to an exit pupil 4. The luminous flux from each point on the display surface of the display means 1 is condensed on the pupil 4. Then, each luminous flux is made incident on the pupil of an observer set at the position of the pupil 4.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.11.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-153748

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月9日

(51) Int. Cl.⁶
G02B 27/02

識別記号

F I
G02B 27/02

Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-330312

(22) 出願日 平成8年(1996) 11月25日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 猪口 和隆

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

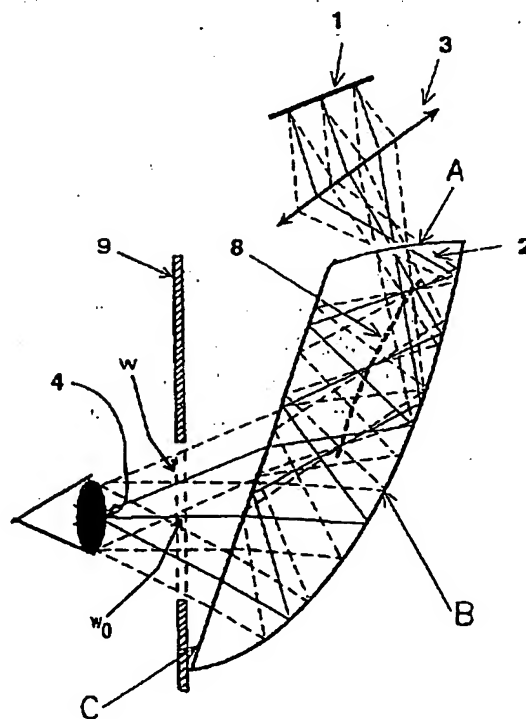
(74) 代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54) 【発明の名称】 観察光学系

(57) 【要約】

【課題】 実像タイプでありながら、前後方向に極めて薄型で、小型・広視野角の観察光学系を得ること。

【解決手段】 表示手段に表示する原画像からの光束を光学系を介して該光学系に対して予め決められた射出瞳に集光し、該射出瞳の位置に観察者の瞳を略位置させて観察者に該原画像の拡大虚像を視認せしめる観察光学系において、屈折面として作用する第1の面A、光束を2回反射する面として作用する曲面より成る第2の面B、全反射面及び屈折面として作用する曲面より成る第3の面Cの少なくとも3つの光学作用面を有する光学素子を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表示手段に表示する原画像からの光束を光学系を介して該光学系に対して予め決められた射出瞳に集光し、該射出瞳の位置に観察者の瞳を略位置させて該観察者に該原画像の拡大虚像を視認せしめる観察光学系において、屈折面として作用する第 1 の面 A、光束を 2 回反射する面として作用する曲面より成る第 2 の面 B、全反射面及び屈折面として作用する曲面より成る第 3 の面 C の少なくとも 3 つの光学作用面を有する光学素子を有することを特徴とする観察光学系。

【請求項 2】 前記原画像からの光束は前記第 1 の面 A を透過して前記光学素子へ入射し、次いで前記第 2 の面 B により反射して前記第 3 の面 C へ向かい、該第 3 の面 C により全反射して該第 2 の面 B へ向かい、該第 2 の面 B により再度反射して該第 3 の面 C へ向かい、該第 3 の面 C を透過して該光学素子を出射して前記射出瞳に集光し、その際、該光束は該第 2 の面 C の 1 回目の反射から該第 3 の面 C に至る間に実像を形成することを特徴とする請求項 1 の観察光学系。

【請求項 3】 前記原画像からの光束をリレー光学系により集光させて前記第 1 の面 A へ入射させることを特徴とする請求項 2 の観察光学系。

【請求項 4】 前記表示手段の表示面の中心より出射して前記射出瞳の中心を通る光線を基準光線として、以下の条件式：

$$30^{\circ} \leq 2\beta + \alpha \leq 90^{\circ}$$

$$-10^{\circ} \leq \alpha \leq 30^{\circ}$$

（ただし、 α は該基準光線が前記第 3 の面 C を屈折する際の入射点における面法線に対する屈折基準光線の傾き角、 β は該基準光線が前記第 2 の面 B において 2 回目の反射をする際の入射点における面法線に対する反射基準光線の傾き角）を満足することを特徴とする請求項 2 又は 3 の観察光学系。

【請求項 5】 前記表示手段の表示面の中心より出射して前記射出瞳の中心を通る光線を基準光線として、以下の条件式：

$$0 < |r_s/r_c| < 1.5$$

（ただし、 r_c は該基準光線が前記第 2 の面 B において 1 回目の反射をする際の入射点における垂直断面の曲率半径、 r_s は該基準光線が前記第 2 の面 B において 2 回目の反射をする際の入射点における垂直断面の曲率半径）を満足することを特徴とする請求項 2 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の観察光学系。

【請求項 6】 前記表示手段と前記リレー光学系を画像表示装置の支持部より上に配置し、前記光学素子を該支持部より下に配置することを特徴とする請求項 3 の観察光学系。

【請求項 7】 請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の観察光学系を観察者の左右の眼に対応して夫々一つずつ配置していることを特徴とする観察光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は観察光学系に関し、特にメガネ型ディスプレイ、ヘッドマウントディスプレイ等の名称で呼ばれる頭部装着型の画像表示装置に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、CRT や液晶表示装置 (LCD) 等の表示手段を観察者の頭部近傍に配置し、CRT 及び LCD が表示する像を観察できるようにした画像表示装置が提案されている。

【0003】例えば米国特許 4,081,209 号明細書、米国特許 4,969,724 号明細書、特開昭 58-78116 号公報、特開平 2-297516 号公報、特開平 3-101709 号公報等にかかる表示装置が開示されている。

【0004】特開平 3-101709 号公報では、表示手段に表示した原画像を一旦中間像として再結像させ、観察者は光学系によってこの中間像を観察する所謂実像タイプの比較の見易い画像表示装置を開示している。

【0005】一方、米国特許 4,081,209 号明細書、米国特許 4,969,724 号明細書、特開昭 58-78116 号公報、特開平 2-297516 号公報では、見易さの点では若干劣るが、小型化を図る上では有利な、光学系の途中で中間像を形成しない虚像観察タイプの画像表示装置を開示している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】特開平 3-101709 号公報に開示されている画像表示装置では、再結像させるための光学レンズを用いているために装置が大型化する問題がある。

【0007】また、米国特許 4,081,209 号明細書、米国特許 4,969,724 号明細書、特開昭 58-78116 号公報、特開平 2-297516 号公報に開示されている画像表示装置では、確かに実像タイプに比べ小型化を図れるとはいえ、まだまだ十分小型とは言えなかった。

【0008】これらの中で、特開昭 58-78116 号公報に開示されているものは比較的小型であるが、観察者の眼の光軸方向の厚みはまだ厚い。又、観察される像に光学的歪み、非点収差、コマ収差等の発生することが記載されている。

【0009】本発明は、実像タイプでありながら、前後方向に極めて薄型で、小型・広視野角の観察光学系の提供を目的とする。

【0010】更に、表示手段及びリレー光学系を画像表示装置の支持部より上に配置し、光学素子を該支持部より下に配置することで重量バランスの良い画像表示装置を構成できる観察光学系の提供を目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の観察光学系は、
（1-1） 表示手段に表示する原画像からの光束を光学系を介して該光学系に対して予め決められた射出瞳に

集光し、該射出瞳の位置に観察者の瞳を略位置させて該観察者に該原画像の拡大虚像を視認せしめる観察光学系において、屈折面として作用する第 1 の面 A、光束を 2 回反射する面として作用する曲面より成る第 2 の面 B、全反射面及び屈折面として作用する曲面より成る第 3 の面 C の少なくとも 3 つの光学作用面を有する光学素子を有すること等を特徴としている特に、

(1-1-1) 前記原画像からの光束は前記第 1 の面 A を透過して前記光学素子へ入射し、次いで前記第 2 の面 B により反射して前記第 3 の面 C へ向かい、該第 3 の面 C により全反射して該第 2 の面 B へ向かい、該第 2 の面 B により再度反射して該第 3 の面 C へ向かい、該第 3 の面 C を透過して該光学素子を出射して前記射出瞳に集光し、その際、該光束は該第 2 の面 C の 1 回目の反射から該第 3 の面 C に至る間に実像を形成する。

(1-1-2) 前記原画像からの光束をリレー光学系により集光させて前記第 1 の面 A へ入射させる。

(1-1-3) 前記表示手段の表示面の中心より出射して前記射出瞳の中心を通る光線を基準光線として、以下の条件式：

$$30^{\circ} \leq 2\beta + \alpha \leq 90^{\circ}$$

$$-10^{\circ} \leq \alpha \leq 30^{\circ}$$

(ただし、 α は該基準光線が前記第 3 の面 C を屈折する際の入射点における面法線に対する屈折基準光線の傾き角、 β は該基準光線が前記第 2 の面 B において 2 回目の反射をする際の入射点における面法線に対する反射基準光線の傾き角) を満足する。

(1-1-4) 前記表示手段の表示面の中心より出射して前記射出瞳の中心を通る光線を基準光線として、以下の条件式：

$$0 < |r_1/r_2| < 1.5$$

(ただし、 r_1 は該基準光線が前記第 2 の面 B において 1 回目の反射をする際の入射点における垂直断面の曲率半径、 r_2 は該基準光線が前記第 2 の面 B において 2 回目の反射をする際の入射点における垂直断面の曲率半径) を満足する。

(1-1-5) 前記表示手段と前記リレー光学系を画像表示装置の支持部より上に配置し、前記光学素子を該支持部より下に配置する。

(1-1-6) (1-1) ~ (1-1-5) のいずれか 1 項に記載の観察光学系を観察者の左右の眼に対応して夫々一つずつ配置している。こと等を特徴としている。

【0012】

【発明の実施の形態】図 1 は本発明の実施形態 1 の基本構成図である。図は垂直断面図である。図中 1 は原画像を表示する表示手段で、例えば公知の液晶表示素子 (LCD) や CRT 等で構成する。2 は光学素子であり、第 1 の面 A、第 2 の面 B、第 3 の面 C の 3 つの光学作用面を有している。このうち、第 1 の面 A は屈折面である。第 2 の面 B は表面に反射膜を付けており、反射面として作用

する。第 3 の面 C は全反射面及び屈折面として作用する。3 は集光レンズ (リレー光学系) である。4 は観察光学系の射出瞳である。9 は観察光学系を収納している筐体の壁であり、画像からの表示光束が射出する略長方形の視窓 w を設けている。 w_0 は視窓 w の中心である。観察者は射出瞳 4 の位置に瞳を位置させて視窓 w を通して原画像の虚像を観察する。なお、光学素子 2、集光レンズ 3 及び視窓 w 等は観察光学系の一要素を構成している。

10 【0013】本実施形態の作用を説明する。表示手段 1 に表示する画像からの光束はまず集光レンズ 3 で屈折作用を受けて集光した後、光学素子 3 の第 1 の面 A に向かい、この面を屈折して光学素子 2 の中にはいり、第 2 の面 B へ向かう。光束は第 2 の面 B により反射されて第 3 の面 C に向かい、第 3 の面 C により全反射されて再び第 2 の面 B に向かう。光束は第 2 の面 B により再び反射されて再び第 3 の面 C に向かい、今度は第 3 の面 C を屈折・透過して視窓 w を通過して射出瞳 4 に向かう。表示手段 1 の表示面上の各点からの光束は射出瞳 4 に集まる。20 そして、各光束はこの射出瞳 4 の位置にある観察者の瞳へ入射する。この時、射出光束は遠方に原画像の虚像を形成しているので観察者はこの射出瞳 4 の位置に瞳をおけばこの虚像を観察することができる。

【0014】このとき、表示手段 1 からの光束が、光学素子 2 の第 2 の面 B による 1 回目の反射から第 3 の面 C に向かう際に一旦中間像を結像しており、光束が第 3 の面 C で全反射して第 2 の面 B に向かう際に上記の中間結像面 8 を横切るよう構成している。

30 【0015】本実施形態では、屈折面として作用する第 1 の面 A、光束を 2 回反射する面として作用する第 2 の面 B、全反射面及び屈折面として作用する第 3 の面 C の少なくとも 3 つの光学作用面を有する光学素子を観察光学系中に設けることにより、原画像上の各点からの光束が、第 1 の面 A から入射して、第 2 の面 B での 1 回目の反射から第 3 の面 C へ向かう光束群を横切る様に実像を形成することにより、第 3 の面 C における全反射の条件を満足しつつ、第 2 の面 B のパワーを従来よりも強くすることが可能となるため、観察光学系の薄型化を可能にするものである。

40 【0016】又、本実施形態は前記光学素子以外に集光レンズ (リレー光学系) を有し、原画像からの光束を該集光レンズにより集光させて該光学素子へ入射するように構成することにより、該光学素子の入射面の有効径を小さくしている。

【0017】又、本実施形態は特に前記光学素子中の第 2 の面 B における 1 回目の反射部位と 2 回目の反射部位とを少なくとも一部分共通にすることにより全長を制限し、更に軽量の観察光学系としている。

50 【0018】以下、垂直断面方向における構成をもとに本実施形態をより詳しく説明する。本発明の観察光学系

は通常の光学系にある光軸が無い。そこで本発明の観察光学系では”基準光線”を設定して構成を明確にする。本発明で言う基準光線とは、表示手段 1 の表示面の中心から射出して射出瞳 4 の中心を通る光線である。なお、本実施形態の場合この基準光線は視窓 w の中心 w_0 も通っている。

【0019】図 2 は本発明の観察光学系の基準光線と各面との関係の説明図である。この基準光線が光学素子 2 で反射・全反射・屈折を行う際の各面の入射点をそれぞれ図のように a, b, c, d とし、基準光線が第 3 の面 C を屈折する際の入射点 d における面法線 dd_1 に対する屈折基準光線の傾き角を α とする。又、基準光線が第 2 の面 B において 2 回目の反射をする際の入射点 a における面法線に対する反射基準光線の傾き角を β とする。又、基準光線が第 2 の面 B において 1 回目の反射をする際の入射点 c における面法線に対する反射基準光線の傾き角を γ とする。

【0020】本実施形態においては、上記 α と β とが以下の条件式

$$30^\circ \leq 2\beta + \alpha \leq 90^\circ \quad (\text{条件式1})$$

を満たすように設定している。(条件式1)の下限値は第 3 の面 C での全反射の条件に関するものであり、下限を越えると第 3 の面 C で全反射させることが非常に困難となる。また、上限を越えると基準光線に対して下側の視野画角の光束で光量不足を生じ易くなり、性能が低下する。

【0021】更に、このとき上記 α を $-10^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ (条件式2)

と設定することが好ましい。(条件式2)の下限を越えると光学素子 2 の第 3 の面 C に垂直な方向の厚みが増し重量が増加するので好ましくない。また、上限を越えると第 3 の面 C で全反射させることが難しくなる。

【0022】また、基準光線が第 2 の面 B において 1 回目の反射をする際の入射点 c における垂直断面(紙面内)の曲率半径を r_c 、基準光線が第 2 の面 B において 2 回目の反射をする際の入射点 a における垂直断面(紙面内)の曲率半径を r_a とするとき、これらを

$$0 < |r_a/r_c| < 1.5 \quad (\text{条件式3})$$

を満足するように設定することが望ましい。(条件式3)の条件を越えると光学素子 2 の第 3 の面 C に平行な方向の長さが増し、全体の重量増を招くため好ましくない。特に(条件式3)の下限を越えると光学素子 2 をコンパクトに保ちつつ、十分な瞳径を確保するのが困難になる。また、(条件式3)の上限を越えると光学素子 2 をコンパクトに保ちつつ、広画角を確保するのが困難になる。

【0023】尚、本実施形態では上記の様に基準光線に対して光学素子 2 の第 3 の面 C、第 2 の面 B を偏心配置

させているため、これらにより生じる偏心収差を補正するために、光学素子 2 の第 1 の面 A 及び集光レンズ 3 を偏心配置させることが望ましい。

【0024】図 3 は本発明の観察光学系を用いた画像表示装置の概略配置図である。図中 31 は本発明の観察光学系を観察者の頭部に装着するための支持部で、例えばヘルムと光学系保持部を支持するための支持部材により構成されている。32 は光学系 2 を保持する保持部(筐体)、34 は表示手段 1 の表示部の駆動を行う回路部、33 は集光レンズ 3 並びに表示手段 1、回路部 34 を保持する保持部である。図 3 に示す様に、本発明の観察光学系を支持部 31 を介して観察者の頭部に装着する際、観察光学系の光学素子 2 の保持部 32 を支持部 31 より下方に、集光レンズ 3 及び表示手段等の保持部 33 を上方に配置することにより、重量バランスの良い画像表示装置を構成することが可能である。即ち、観察光学系が該光学素子 2 以外に集光レンズ(リレー光学系) 3 を有し、該集光レンズ 3 と該光学素子 2 とを支持部に対して上下に配置することにより重量バランスの良い観察光学系が得られる。

【0025】以下に本発明にかかる 3 つの数値実施例の構成データを示す。

【0026】尚、構成データ中、R は面の曲率半径、D は面間隔、N は媒質の屈折率、 ν は媒質のアッベ数であり、 θ は前面の光軸に対する面の光軸の傾き、YD は光軸に対する垂直方向の面の移動量、ZD は光軸方向の面の移動量を示す。

【0027】また、ASP と示された面は以下の式で表される非球面であり、記載のない係数は 0 である。

$$\begin{aligned} \text{【0028】} & A = 0.5 \cdot (C_{11} + C_{12}) \cdot \{\cos(C_{13})^2 y^2 + x^2\} \\ & B = \cos(C_{13}) [1 + 0.5(C_{11} - C_{12}) \cdot \sin(C_{13}) y + \{1 + (C_{11} - C_{12}) \cdot \sin(C_{13}) y - C_{11} C_{12} y^2 - \{C_{11} C_{12} + 0.25(C_{11} + C_{12})^2 \cdot \tan^2(C_{13})^2\} x^2\}^{1/2}] \end{aligned}$$

$$C = C_0 x^2 + C_1 xy + C_2 y^2 + C_3 x^3 + C_4 x^2 y + C_5 xy^2 + C_6 y^3 + C_7 x^4 + C_8 x^3 y + C_9 x^2 y^2 + C_{10} xy^3 + C_{11} y^4 + C_{12} x^5 + C_{13} x^4 y + C_{14} x^3 y^2 + C_{15} x^2 y^3 + C_{16} xy^4 + C_{17} y^5$$

として：

【0029】

【数 1】

$$z = \frac{A}{B} + C$$

なお、各数値実施例の厚さを示す為に、図 2 の点 a において法線 dd_1 に平行に測ったプリズムの厚みを D_a 、点 c において法線 dd_1 に平行に測ったプリズムの厚みを D_c としてその数値を示す。

【数値実施例 1】図 4 は数値実施例 1 の垂直方向の断面図である。その構成データを以下に示す。

【0030】

7

8

 θ : -1.927677

S2: 81.23041 11.071629 1.583 30.23
 S3: -32.02662 6.694080
 S4: 29.88043 10.674838 1.583 30.23
 S5: -39.04404 5.000000
 YD: 3.909487
 θ : 3.347305

S6: ASP 0.000000 1.583 30.23
 C_2 : -6.6514E-03 C_3 : 6.6013E-06 C_4 : -9.8359E-10
 C_5 : -7.7812E-11 C_{71} : 1.0081E-01
 YD: 52.933899 ZD: -30.997073
 θ : -43.034002

S7: ASP -12.347377 1.583 30.23
 C_2 : 4.2043E-04 C_3 : 2.1184E-05 C_4 : 6.5545E-13
 C_5 : -1.8682E-15 C_{71} : -2.4736E-02
 θ : -25.461353

S8: ASP 11.148143 1.583 30.23
 GL2:
 C_2 : 2.2667E-04 C_3 : 1.7493E-06 C_4 : 1.8175E-11
 C_5 : 4.8004E-13 C_{71} : 8.0982E-04
 YD: -5.308164
 θ : 5.400591

垂直方向視野画角 $\pm 23.4^\circ$ α : -5.40° 、 β : 25.46° $2\beta + \alpha = 45.52^\circ$ r_s 86.011mm r_c 173.836mm $|r_s/r_c| = 0.495$

Da=11.77mm、Dc=21.28mm

【数値実施例2】図5は数値実施例2の垂直方向の断面

【0031】

図である。その構成データを以下に示す。

	R	D	N	ν
S1:	∞	5.146040		
YD:	0.000000	ZD: 0.000000		
θ :	-5.563477			
S2:	1049.14580	7.266592	1.583	30.23
S3:	-14.00196	0.100000		
S4:	31.85395	10.800601	1.583	30.23
S5:	-20.04263	5.000000		
YD:	-3.882250			
θ :	4.870778			
S6:	ASP	0.000000	1.583	30.23
C_2 :	-1.5243E-02	C_3 : -3.7039E-04	C_{71} :	1.3058E-01

9

10

YD: 61.623578 ZD:-32.030343
 θ : -46.813281

S7: ASP -13.205595 1.583 30.23
 C_2 : 1.5153E-04 C_3 : 2.0378E-05 C_{r1} : -2.3266E-02
 YD: 2.200000
 θ : -20.838384

S8: ASP 11.559172 1.583 30.23
 GL2:
 C_2 : -3.4388E-04 C_3 : -1.2492E-05 C_{r1} : 4.7642E-03
 YD: -6.753760
 θ : -20.000000

垂直方向視野画角 $\pm 23.4^\circ$

α : 20.00° 、 β : 20.84°

$2\beta + \alpha = 61.68^\circ$

$r_s = 86.619\text{mm}$

$r_c = 166.355\text{mm}$

$|r_s/r_c| = 0.521$

$D_a = 13.68\text{mm}$ 、 $D_c = 19.84\text{mm}$

【数値実施例 3】図 6 は数値実施例 3 の垂直方向の断面
 図である。その構成データを以下に示す。

【0 0 3 2】

	R	D	N	ν
S1:	∞	9.821393		
θ :	-10.277126			
S2:	44.15093	5.982094	1.583	30.23
S3:	-17.88129	5.376661		
YD:	0.743224			
θ :	9.350792			
S4:	12.20301	10.355331	1.583	30.23
S5:	-18.97049	2.000000		
YD:	1.470082			
θ :	-3.720546			
S6:	ASP	0.000000	1.583	30.23
C_{r1} :	-1.0000E-01			
YD:	46.094234	ZD:-23.527186		
θ :	-14.562164			
S7:	ASP	-10.000000	1.583	30.23
C_2 :	1.9892E-03	C_{r2} : 3.5609E-16	C_{r0} : 9.7931E-04	
C_{r1} :	-1.5228E-04	C_{r0} : -1.0000E-02	C_{r1} : -1.2141E-02	
C_{r2} :	-2.1328E-02	C_{r1} : 4.2066E-01		
YD:	0.000000	ZD: 0.000000		
θ :	-22.153996			
S8:	ASP	9.261737	1.583	30.23

11

12

GL2:

 $C_1: -9.9073E-06 \quad C_{12}: 1.9252E-15 \quad C_{20}: 6.4650E-04$ $C_{11}: -2.7748E-04 \quad C_{20}: 1.4584E-15 \quad C_{11}: 1.3352E-03$ $C_{12}: 1.8195E-04 \quad C_{13}: 1.1967E+00$

YD: -3.770973 ZD: 0.000000

 $\theta: -27.072006$ 垂直方向視野画角 $\pm 23.4^\circ$ $\alpha: 27.07^\circ, \beta: 22.15^\circ$ $2\beta + \alpha = 71.37^\circ$ $r_s = 90.584\text{mm}$ $r_c = 68.158\text{mm}$ $|r_s/r_c| = 1.329$ $D_a = 10.56\text{mm}, D_c = 15.02\text{mm}$

以上のように、本発明の各数値実施例は原画像からの光束を光学素子を介して観察者の眼球の位置する射出瞳に導く観察光学系において、屈折面として作用する第1の面A、光束を2回反射する面として作用する第2の面B、全反射面及び屈折面として作用する第3の面Cの少なくとも3つの光学作用面を有する光学素子を観察光学系中に設けることにより、原画像上の各点からの光束が、第1の面Aから入射して、第2の面Bでの1回目の反射から第3の面Cへ向かう光束群を横切る様に中間結像面を形成することにより、垂直方向画角 $\pm 20^\circ$ 程度の広視野画角で、薄型で軽量の観察光学系となっている。

【0033】更に、該観察光学系は前記光学素子以外に集光レンズ（リレー光学系）を有し、該集光レンズと該光学素子とを支持部に対して上下に配置することにより重量バランスの良い画像表示装置を構成できる。

【0034】更に、上記の各数値実施例のいずれか1つの観察光学系を観察者の左右の眼に対応して夫々一つずつ配置して画像表示装置を構成すれば、軽量で使用感の良い画像表示装置が得られ、更に左右の表示手段に表示する原画像を左右の視差画像とすれば軽量の立体画像表示装置が得られる。

【0035】

【発明の効果】本発明は以上の構成により、実像タイプでありながら、前後方向に極めて薄型で、小型・広視野角の観察光学系を達成する。

【0036】更に、表示手段及びリレー光学系を画像表示装置の支持部より上に配置し、光学素子を該支持部より下に配置することで重量バランスの良い画像表示装置

を構成できる観察光学系を達成する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の観察光学系の実施形態1の基本構成図

【図2】 本発明の観察光学系の基準光線と各面との関係の説明図

【図3】 本発明の観察光学系を用いた画像表示装置の概略配置図

【図4】 本発明の数値実施例1の垂直方向断面図

【図5】 本発明の数値実施例2の垂直方向断面図

【図6】 本発明の数値実施例3の垂直方向断面図

【符号の説明】

1・・・表示手段

2・・・光学素子

3・・・集光レンズ（リレー光学系）

4・・・射出瞳（観察者の瞳が位置する）

A・・・第1の面

B・・・第2の面

C・・・第3の面

8・・・中間結像面

9・・・筐体の壁

w・・・視窓

w₀・・・視窓の中心

31・・・支持部

32・・・保持部

33・・・保持部

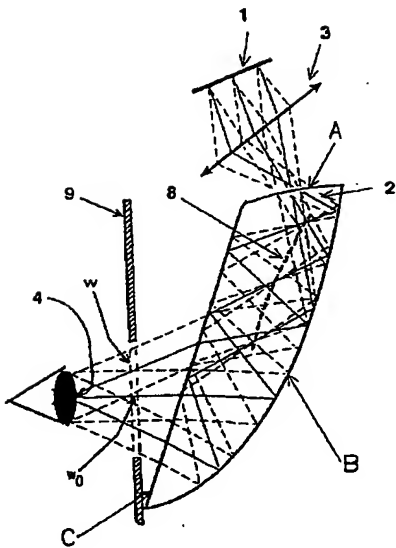
34・・・回路部

20

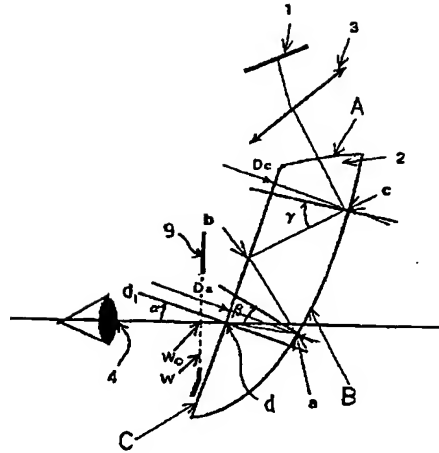
30

40

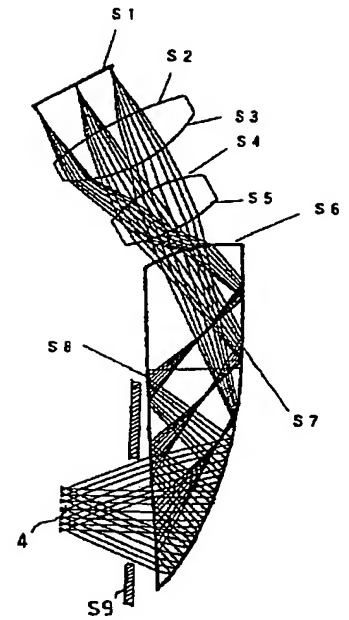
【図 1】



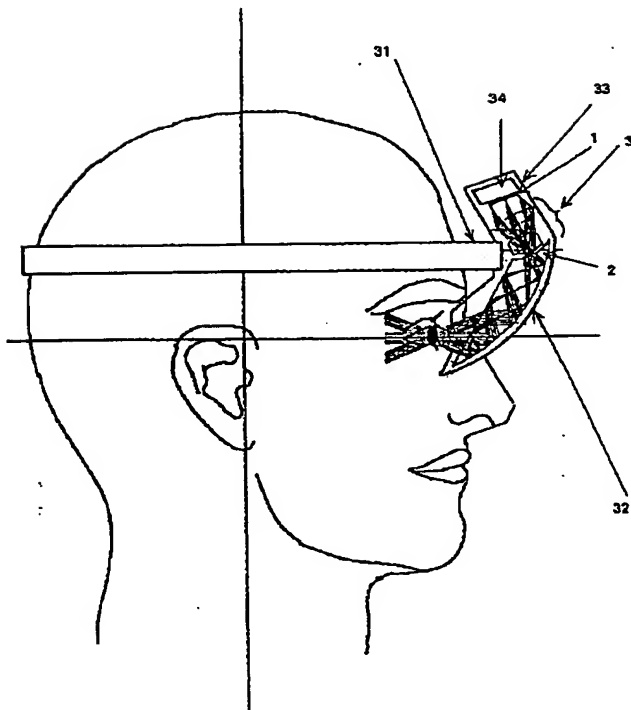
【図 2】



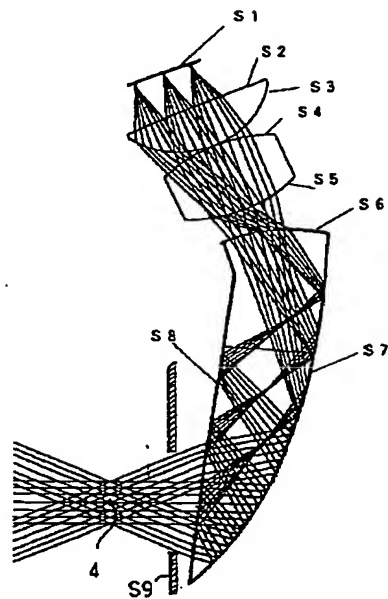
【図 4】



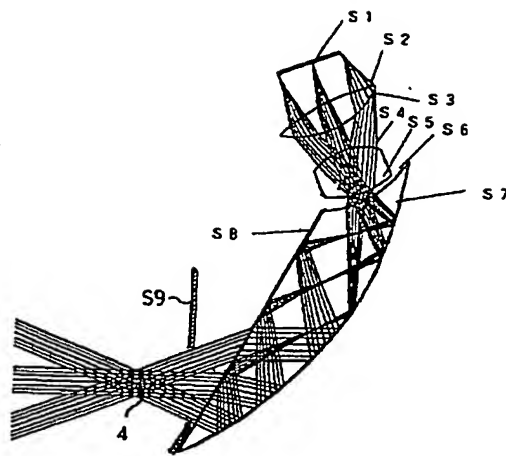
【図 3】



【図 5】



【図 6】



THIS PAGE BLANK WORK.